

сопутуючі, наприклад, процеси обслуговування і ремонту обладнання. При цьому важливу роль грає командна форма організації роботи. Она благоприємствують не просто удосконаленням, що, звичайно, само по собі добре, але і дозволяє навчати персонал в процесі удосконалення. Навчання виконує одночасно декілька ключових функцій:

- надання роботі творчого характеру;
- сплочення команди;
- підвищення кваліфікації співробітників;
- зменшення втрат від нерациональних, некваліфікованих дій.

#### 4. Висновки

Для ефективного управління проектами необхідно застосувати не тільки жорсткі формалізовані підходи, реалізуємі в кожній з підсистем 4D-управління, але і використання слабких зв'язів між підсистемами проекту, орієнтованих на використання людського фактора.

*Описано результати розрахунку ймовірності перебування системи трьох одиниць збиральної техніки у дискретних станах при управлінні проектами збирання сільськогосподарської продукції*

*Ключові слова: управління проектами, рівняння Колмогорова, конфігурація*

*Описані результати розрахунку ймовірності знаходження системи трьох одиниць уборочної техніки в дискретних станах при управлінні проектами збирання сільськогосподарської продукції*

*Ключевые слова: управление проектами, уравнения Колмогорова, конфигурация*

*Results of probability calculation of system standing of three units of harvest equipment in discrete conditions at project management of agricultural production harvesting are described*

*Keywords: project management, Kolmogorov's equations, configuration*

#### Постановка проблеми

Для вирішення проблеми технічного забезпечення процесів виробництва сільськогосподарської про-

#### Література

1. Вайсман, В.О. Система стандартів підприємства для управління знаннями в проектно керуваній організації [текст] / В.О. Вайсман, С.О. Величко, В.Д. Гогунський // Тр. Одес. політехн.ун-та. – Вип. 1(35). – Одеса : ОНПУ, 2011. – С. 256 – 261.
2. Креативные технологии управления проектами и программами: Монография. - [текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, И.А. Бабаев и др. – К. : «Саммит-Книга», 2010. – 768 с.
3. Руководство по управлению инновационными проектами и программами предприятий (Р2М) [текст] : т. 1, версия 1.2 / Пер. под ред. С.Д. Бушуева. – К. : Наук. Світ, 2009. – 173 с.
4. Маасаки Имаи. Кайзен: ключ к успеху японских компаний [текст]: Пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2004. – 274 с.
5. Коленсо, М. Стратегия кайзен для успешных организационных перемен [текст]: Пер. с англ. – М. : ИНФРА-М, 2002. – XIV, 175 с.

УДК 658.51:631.3

## УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ЗБИРАННЯ ПРОДУКЦІЇ ІЗ СТОХАСТИЧНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ СИСТЕМИ ТРЬОХ ОБ'ЄКТІВ

**Ю.І. Ковальчик**

Доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри\*

Контактний тел.: 097-436-61-28

E-mail: yurij.kovalchuk@gmail.com

**В.О. Тимочко**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри  
Кафедра управління проектами та безпеки виробництва\*\*

Контактний тел. (032-22) 4-29-60, 067-294-91-83

E-mail: tymochko\_vo@mail.ru

**О.І. Говда**

Старший викладач\*

Контактний тел.: 050-430-85-98

E-mail: oksana.govda@gmail.com

\*Кафедра вищої математики\*\*

\*\*Львівський національний аграрний університет  
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський р-н,  
Львівська обл., Україна, 80381

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Застосування математичних методів і моделей в управлінні проектами в агропромисловому комплексі для підвищення ефективності використання збиральної техніки є актуальною науково-практичною проблемою [1]. В останніх дослідженнях, зокрема, розглядаються моделі розрахунку показників продуктивності збиральної техніки [1; 2]. Проте подібні моделі не враховують ймовірнісного характеру чинників, які впливають на процес збирання с/г продукції, що знижує точність моделювання. Тому була обґрунтована доцільність та методологія застосування випадкових марківських процесів у моделях визначення продуктивності збиральної техніки зі складанням математичної моделі [3;4;5].

**Постановка задачі**

На основі стохастичної моделі [5] здійснено розрахунок ймовірності перебування системи, складеної з трьох одиниць збиральної техніки, у можливих дискретних станах при управлінні проектами збирання сільськогосподарської продукції.

**Виклад основного матеріалу**

У [3;4;5] обґрунтовано доцільність та методологію застосування випадкових марківських процесів у моделях визначення продуктивності збиральної техніки при управлінні проектами збирання сільськогосподарської продукції. Розглянуто модельний приклад для системи, утвореної із трьох одиниць об'єктів конфігурації. Записано всі можливі дискретні стани  $S_n$  ( $n=1..8$ ), в яких може перебувати дана система, побудовано графі станів  $S_n$  для цієї системи і складено рівняння Колмогорова для відшукування ймовірностей  $p_i$  ( $i=1..8$ ) перебування даної системи у кожному із станів  $S_n$ . Як результат отримали систему:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_1}{dt} &= \mu_1 p_2 + \mu_2 p_3 + \mu_3 p_4 - (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) p_1, \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_1 p_1 + \mu_2 p_5 + \mu_3 p_6 - (\lambda_2 + \lambda_3 + \mu_1) p_2, \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_2 p_1 + \mu_1 p_5 + \mu_3 p_7 - (\lambda_1 + \lambda_3 + \mu_2) p_3, \\ \frac{dp_4}{dt} &= \lambda_3 p_1 + \mu_1 p_6 + \mu_2 p_7 - (\lambda_1 + \lambda_2 + \mu_3) p_4, \\ \frac{dp_5}{dt} &= \lambda_1 p_3 + \lambda_2 p_2 + \mu_3 p_8 - (\lambda_3 + \mu_1 + \mu_2) p_5, \\ \frac{dp_6}{dt} &= \lambda_1 p_4 + \lambda_3 p_2 + \mu_2 p_8 - (\lambda_2 + \mu_1 + \mu_3) p_6, \\ \frac{dp_7}{dt} &= \lambda_2 p_4 + \lambda_3 p_3 + \mu_1 p_8 - (\lambda_1 + \mu_2 + \mu_3) p_7, \\ \frac{dp_8}{dt} &= \lambda_1 p_7 + \lambda_2 p_6 + \lambda_3 p_5 - (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3) p_8. \end{aligned} \right\} (1)$$

Тут  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  – інтенсивність потоку подій, що сприяє відмові відповідно першої, другої та третьої одиниць збиральної техніки;  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$  – інтенсив-

ність потоку подій “закінчення ремонту” відповідно першої, другої та третьої одиниць збиральної техніки.

Щоб розв'язати рівняння Колмогорова та знайти ймовірності станів, передусім потрібно задати початкові умови. Якщо точно відомий початковий стан системи  $S_1$ , то у початковий момент (при  $t=0$ )  $p_1(0)=1$ , всі інші початкові ймовірності є рівними нулю. У нашому випадку природньо припустити, що в початковий момент часу всі три одиниці техніки є справними, тобто розв'язуватимемо систему (1) при таких початкових умовах:

$$p_1(0) = 1, \\ p_2(0) = p_3(0) = p_4(0) = p_5(0) = p_6(0) = p_7(0) = p_8(0) = 0.$$

Задамо значення  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3; \mu_1, \mu_2, \mu_3$ . Для цього розглянемо конкретні марки зернозбиральних комбайнів. На сучасному на ринку України налічується велика кількість зернозбиральних комбайнів, які відрізняються як технічними, так і вартісними показниками [6]. Для прикладу розглянемо такі об'єкти конфігурації: “Нива Ефект” ( $\lambda_1; \mu_1$ ), CS 520, New Holland ( $\lambda_2; \mu_2$ ), CS 640 RS, New Holland ( $\lambda_3; \mu_3$ ). На основі хронометражних спостережень за роботою зернозбиральних комбайнів, що працювали в умовах сільськогосподарських підприємств Львівщини, зібрані та математично опрацьовані статистичні дані про згадані часткові функціональні показники комбайнів (кількості технологічних відмов комбайна на 1000м та усунення технологічних відмов)[6]. Зокрема  $\lambda_1 = 0,513, \lambda_2 = 0,192, \lambda_3 = 0,088, \mu_1 = 0,488, \mu_2 = 0,220, \mu_3 = 0,110$ .

Систему (1) розв'язано за допомогою програмного пакету Maple та отримано точні розв'язки. Таким чином, знайдено всі ймовірності станів як функції часу:

$$p_1(t) = \frac{1140}{9373} e^{-1,199t} + \frac{12200}{84357} + \frac{31232}{309309} e^{-0,61t} + \frac{9760}{84357} e^{-0,198t} + \frac{13680}{103103} e^{-1,413t} + \frac{39040}{309309} e^{-0,412t} + \frac{10944}{103103} e^{-1,611t} + \frac{1425}{9373} e^{-1,001t}, \\ p_2(t) = -\frac{1140}{9373} e^{-1,199t} + \frac{1425}{9373} + \frac{10944}{103103} e^{-0,61t} + \frac{1140}{9373} e^{-0,198t} - \frac{13680}{103103} e^{-1,413t} + \frac{13680}{103103} e^{-0,412t} - \frac{10944}{103103} e^{-1,611t} - \frac{1425}{9373} e^{-1,001t}, \\ p_3(t) = \frac{10944}{103103} e^{-1,199t} + \frac{39040}{309309} - \frac{31232}{309309} e^{-0,61t} + \frac{31232}{309309} e^{-0,198t} - \frac{13680}{103103} e^{-1,413t} - \frac{39040}{309309} e^{-0,412t} - \frac{10944}{103103} e^{-1,611t} + \frac{13680}{103103} e^{-1,001t},$$

$$\begin{aligned}
 p_4(t) &= -\frac{1140}{9373}e^{-1,199t} + \frac{9760}{84357} - \frac{31232}{309309}e^{-0,61t} - \\
 & - \frac{9760}{84357}e^{-0,198t} - \frac{10944}{103103}e^{-1,413t} + \\
 & + \frac{31232}{309309}e^{-0,412t} - \frac{10944}{103103}e^{-1,611t} + \frac{1140}{9373}e^{-1,001t}, \\
 p_5(t) &= -\frac{10944}{103103}e^{-1,199t} + \frac{13680}{103103} - \frac{10944}{103103}e^{-0,61t} + \\
 & + \frac{10944}{103103}e^{-0,198t} - \frac{13680}{103103}e^{-1,413t} - \\
 & - \frac{13680}{103103}e^{-0,412t} + \frac{10944}{103103}e^{-1,611t} - \frac{13680}{103103}e^{-1,001t}, \\
 p_6(t) &= \frac{1140}{9373}e^{-1,199t} + \frac{1140}{9373} - \frac{10944}{103103}e^{-0,61t} - \\
 & - \frac{1140}{9373}e^{-0,198t} - \frac{10944}{103103}e^{-1,413t} + \\
 & + \frac{10944}{103103}e^{-0,412t} + \frac{10944}{103103}e^{-1,611t} - \frac{1140}{9373}e^{-1,001t}, \\
 p_7(t) &= \frac{31232}{309309} - \frac{10944}{103103}e^{-1,199t} + \frac{31232}{309309}e^{-0,61t} - \\
 & - \frac{31232}{309309}e^{-0,198t} - \frac{10944}{103103}e^{-1,413t} - \\
 & - \frac{31232}{309309}e^{-0,412t} + \frac{10944}{103103}e^{-1,611t} + \frac{10944}{103103}e^{-1,001t}, \\
 p_8(t) &= \frac{10944}{103103}e^{-1,199t} + \frac{10944}{103103} + \frac{10944}{103103}e^{-0,61t} - \\
 & - \frac{10944}{103103}e^{-0,198t} + \frac{10944}{103103}e^{-1,413t} - \\
 & - \frac{10944}{103103}e^{-0,412t} - \frac{10944}{103103}e^{-1,611t} - \frac{10944}{103103}e^{-1,001t}.
 \end{aligned}$$

Отже, в будь-який момент часу  $t$  (задавши відповідне  $t$ ) можна знайти ймовірність того, що система, складена з трьох об'єктів конфігурації перебуватиме у тому чи іншому стані.

### Висновки

Модельні розв'язки дають можливість в конкретних умовах збирання сільськогосподарської продукції оцінити середню ефективність роботи системи збиральної техніки, оптимізувати кількості її одиниць, визначати показники продуктивності, розрахувати економічну ефективність.

### Література

1. О.Сидорчук. Імітаційна модель роботи зернозбирального комбайна впродовж сезону / Сидорчук О., Тимочко В., Ціп Є. // Вісник ЛДАУ : агроінженерні дослідження. – 2001. – №5. – с.17-26.
2. Тимочко В. Відображення моделлю проекту збирання врожаю зернових культур у сільськогосподарському підприємстві / В. Тимочко // Вісник ЛНАУ : агроінженерні дослідження.- 2009. - №13. – с.43-51.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. /Е.С.Вентцель – М. : Высшая школа, 2001. – 208 с.
4. Ю.Ковальчик. Використання випадкових марківських процесів в управлінні проектами збирання сільськогосподарської продукції/ Ковальчик Ю., Ковалишин С., Тимочко В. //Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2011. – №1. – с.57-59.
5. Ю.Ковальчик. Випадкові марківські процеси в математичних моделях управління проектами будівництва об'єктів нерухомості в системі із трьома одиницями будівельної техніки / Ковальчик Ю, Говда О. //Вісник ЛДАУ: архітектура і сільськогосподарське будівництво. – 2011. – №12. – с.17-24.
6. Л.Сидорчук. Ідентифікація конфігурації парку комбайнів у проектах систем централізованого збирання ранніх зернових культур / Сидорчук Л. // Автореферат дисертації на здобуття наук. ступеня к.т.н. – Львів , 2008. – 18 с.